

PROBLEMY

miesięcznik popularnonaukowy — rok założenia 1945 **10** (379) październik 1977



Dr. hab. inż. TADEUSZ WONCZAK
ul. Opolecka 15/17, tel. 312-51
31-220

lupą i ich liczba zależy od rodzaju i liczby wstrzykniętych limfocytów. Najwięcej czynników angiogenetycznych produkują limfocyty krwi i węzłów chłonnych, a najmniej limfocyty szpiku kostnego.

Niezwykle ważne będzie sprawdzenie, jak dalece czynniki angiogenetyczne limfocytów różnią się od TAF-u, jeżeli takie różnice w ogóle istnieją. Możliwe jest, że w rozwoju nowotworu zachodzi paradoksalne zjawisko: limfocyty, rozpoznając swoiste antygeny nowotworowe, niszczą zmienione komórki, ale jednocześnie w tej reakcji uwalniają czynniki angiogenetyczne warunkujące lepsze unaczynienie nowotworu, a przez to zwiększają możliwości jego wzrostu.

Unieczynnienie TAF-u i innych czynników angiogenetycznych lub zahamowanie ich produkcji byłoby niezwykle ważnym krokiem w ograniczaniu wzrostu nowotworowego. Taki sam skutek miałyby zablokowanie proliferacji komórek śródbłonna. Dotychczas nie udało się wyprodukować przeciwciał unieczyniających TAF. Zwrócono natomiast uwagę na czynniki hamujące proliferację śródbłonna.

Czynniki antyangiogenetyczne w chrząstce

W 1975 r. Folkman i współpracownicy wykazali, że tkanka chrzęstna hamuje powstawanie nowych naczyń. Chrząstka nie posiada naczyń krwionośnych, a unaczynienie nowotworów wywodzących się z chrząstki jest najgorsze spośród wszystkich innych typów nowotworów. Folkman wykazał, że zarówno kawałek chrząstki, jak i ekstrakt, hamowały tworzenie naczyń w rogowce królika wywołane podawaniem TAF-u lub wszczepem komórek nowotworowych. Niektóre substancje zawarte w chrząstce hamują proliferację komórek śródbłonna, nie wpływając zupełnie ani na produkcję

TAF-u, ani na proliferację komórek nowotworowych. W pracach wykonanych w naszym instytucie wykazano, że powstawanie nowych naczyń krwionośnych wywołane wstrzyknięciem obcych limfocytów można zahamować przez zmieszanie wstrzykiwanych limfocytów z wyizolowanymi z chrząstki enzymatycznie chondrocytami (komórkami chrzęstnymi). Również dożylnie podawanie ekstraktu chrząstki wywierało u myszy hamujący wpływ na angiogenezę wywołaną limfocytami.

Istnieje więc ogólne zjawisko, że substancje zawarte w tkance chrzęstnej potrafią zahamować proliferację komórek śródbłonna wzbudzoną albo TAF-em, albo czynnikami angiogenetycznymi uwalnianymi z limfocytów.

Wydaje się, że badania nad unaczynieniem nowotworów pójda w dwóch kierunkach:

- oczyszczenie biochemiczne TAF-u i poznanie mechanizmów jego syntezy, uwalniania i działania na komórki śródbłonna;

- izolowanie i oczyszczanie czynników antyangiogenetycznych z tkanek takich, jak rogowka, chrząstka i inne, oraz wykrycie mechanizmów ich działania na komórki śródbłonna.

Poznanie działania czynników pobudzających i hamujących angiogenezę może mieć olbrzymie znaczenie nie tylko dla onkologii, ale i dla innych działów medycyny. W wielu jednostkach chorobowych istnieje zbyt mała lub zbyt duża proliferacja naczyń krwionośnych. Zaburzenie proliferacji naczyń krwionośnych może odgrywać rolę np. w gojeniu się ran, unaczynianiu się łożyska, łuszczyca, retinopatii cukrzycowej. Dlatego też wykrycie TAF-u i czynników hamujących jego działanie wytycza nowe kierunki badawcze dla wielu dziedzin medycyny.

Marek Kamiński

Rodzina pszczela z komputera

Andrzej Migacz
doktor inżynier,

Ryszard Tadeusiewicz
doktor inżynier,

Instytut Informatyki i Automatyki
AGH,
w Krakowie

Komputerowa symulacja złożonych systemów i analizy prowadzone drogą modelowania zyskały uznanie w wielu dziedzinach techniki. Obserwuje się także stałe wzrastające zainteresowanie możliwością wykorzystania symulacji komputerowej w biologii i nauce o środowisku.

Korzyści wynikające z faktu dysponowania modelem symulacyjnym określonego fragmentu rzeczywistości można zebrać w trzy zasadnicze grupy: poznawcze, dydaktyczne i praktyczne.

Korzyści poznawcze polegają na tym, że modelując złożony system (dowolnego typu), uzyskuje się lepsze zrozumienie istoty procesów zachodzących w tym systemie, a także można poddać weryfikacji kompletność i spójność stanu wiedzy teoretycznej zgromadzonej na temat badanego systemu. Korzyści dydaktyczne wynikają z tego, że działający model pozwala łatwiej prześledzić strukturę powiązań i istotę zjawisk, a także stanowi logiczny i najbardziej zwarty opis systemu.

Można postawić tezę, że modele symulacyjne systemów biologicznych powinny stać się tym dla studentów nauk rolniczych i biologicznych, czym od dawna są urządzenia treningu naziemnego np. dla lotników. W warunkach narastających problemów żywieniowych niezwykle ważnym staje się bowiem wysoki poziom wiedzy i umiejętności praktycznych kadry agrotechnicznej, a zwłaszcza umiejętności praktyczne nabywane przez doświadczenie. Funkcjonujący model dostarcza możliwości szybkiego i niezbyt kosztownego zgromadzenia odpowiedniego doświadczenia oraz zmusza użytkownika do sprecyzowania założeń, co już jest często połową sukcesu.

Najważniejsze są jednak korzyści gospodarcze:

- Model umożliwia łatwe dokonywanie eksperymentów, pozwalając tym samym na wybór np. właściwej metody gospodarki hodowlanej drogą przebadania kilku możliwości i wyboru najkorzystniejszego wariantu.

- Na modelu można prognozować skutki określonych zabiegów lub zjawisk (np. fenologicznych), i to ze znacznym wyprzedzeniem. Omawiany model komputerowy rodziny pszczołej pozwalał w kilkadziesiąt minut przeliczyć gros zjawisk zachodzących w ciągu całego sezonu w rodzinie pszczołej, obrazując dodatkowo wyniki w postaci czytelnych tabulogramów i wykresów.

- Model może służyć do bieżącego sterowania gospodarką hodowlaną (dotyczy to oczywiście głównie dużych gospodarstw pszczelarskich), z uwzględnieniem rzeczywistych warunków meteorologicznych, fenologicznych, uwarunkowań genetycznych pszczół, ukształtowania terenu itp.

Przystępując do budowy modelu komputerowego trzeba przede wszystkim przedstawić wszystkie fakty doświadczalne (zaobserwowane osobiście i znane z literatury) w postaci zależności wiążących określone wielkości, przyjęte jako podstawa modelowania. Ten etap pracy nazywa się zwykle tworzeniem modelu matematycznego lub — inaczej — algorytmizacją modelowanego procesu. W przypadku złożonych systemów (a takim jest rodzina pszczoła) liczba koniecznych zależności jest duża, a ich struktura bardzo złożona. Dodatkową komplikacją na tym etapie jest konieczność uwzględnienia dynamiki, czyli faktu, że wszystkie wielkości uwzględniane w modelu zmieniają się w czasie. W rozważanym przypadku rodziny pszczołej zastosowano model matematyczny złożony z około stu równań i nierówności, przy czym znaczna część tych zależności miała charakter różniczkowy i różnicowy. Ze względu na charakter i cel tej publikacji pomijamy dokładny opis modelu i dyskusję nad nim.

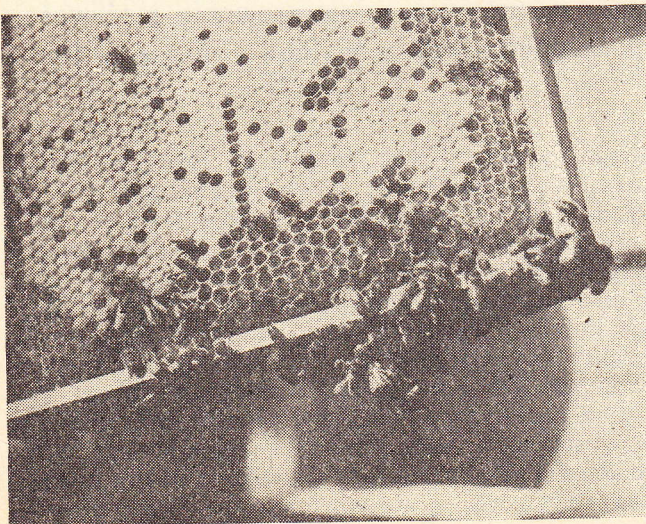
Po utworzeniu modelu w kolejnym etapie badań dokonuje się tzw. identyfikacji parametrycznej. Polega ona na tym, aby drogą odpowiednich eksperymentów i obserwacji w rzeczywistym systemie uzyskać informacje wystarczające do nadania konkretnych wartości wszystkim współczynnikiem i parametrom, występującym w zależ-

nościach matematycznych modelu. Oczywiście w tym momencie model przestaje być uniwersalny, gdyż nadanie parametrom konkretnych wartości jest równoważne z decyzją, że przedmiotem modelowania będzie ściśle określony obiekt, w tym przypadku wybrana rodzina pszczoła, działająca w regionie krakowskim i stanowiąca genetycznie krzyżówkę KX (matka rasy kaukaskiej, truteń miejscowy niewiadomej linii). Naturalnie wszędzie, gdzie to było możliwe, wykorzystywano znane z literatury parametry charakterystyczne dla gatunku lub rasy, takie jak np. pojemność wola, w którym pszczoła przenosi nektar, maksymalna wydajność woszczarki, czasy rozwoju stadiów pośrednich, okresy aktywności biologicznej owadów, niemniej w przypadku wykorzystywania modelu do badania rodziny o zdecydowanie odmiennych uwarunkowaniach genetycznych konieczne jest wprowadzenie odpowiadających jej parametrów w modelu. Nie wymaga to zmiany struktury równań ani zmiany napisanego programu dla maszyny cyfrowej, ale wymaga określenia pewnej (niewielkiej) liczby parametrów.

Dysponując w wyniku identyfikacji ukonkretnionym (w sensie parametrów) modelem, przystępuje się do kolejnego etapu prac, związanego z napisaniem programu symulacyjnego dla komputera. W omawianym tu przypadku używano komputera Odra 1304, a program napisano w języku FORTRAN. Dyskusja struktury tego programu wykracza także poza ramy niniejszego artykułu, warto może jedynie stwierdzić, że program ten składa się z 27 segmentów (podprogramów i funkcji) i liczy łącznie około tysiąca instrukcji.

Pisanie programu w przypadku dobrze opracowanego modelu matematycznego jest czynnością względnie łatwą, gdyż polega w istocie na zadowoleniu odpowiednich równań modelu matematycznego w postaci akceptowanej przez komputer. Daleko trudniejsze bywa czasem uruchomienie modelu, to jest takie jego dopracowanie, aby usunąć z programów wszystkie, nawet najdrobniejsze niekonsekwencje i błędy. Proces ten nazywa się powszechnie obrazowo, lecz brzydko „odpluskwianiem” modelu. Obfituje on w niespodzianki: a to nagle w modelowym ulu pojawia się ujemna liczba pszczół, a to uzyskujemy z ula kilka ton miodu (cyfrowego, niestety). Po dłuższym lub krótszym czasie (zależnie od praktyki programisty) ewidentne błędy zostają usunięte i model zaczyna funkcjonować.

Następną czynnością jest weryfikacja modelu. W tym celu dokonano kilkadziesiątu eksperymentów, polegających na tym, że uruchamiano program modelujący, który w wyniku odpowiednich obliczeń określał „przebieg życia modelu”. Przebieg ten porównywano następnie z przebiegami zaobserwowanymi w rzeczywistym obiekcie i w przypadku dostrzeżenia rozbieżności dokonywano odpowiednich korekt w parametrach modelu lub nawet w jego strukturze. W wyniku tych eksperymentów uzyskano stan, w którym rozbieżności pomiędzy przebiegami obserwowanymi w rzeczywistym obiekcie i w modelu można było uznać za nieistotne i wynikające z losowości odchujającej każdy twór żywy, a nie z błędnego odwzorowania w modelu charakteru zjawisk. Eks-



Fot. CAF

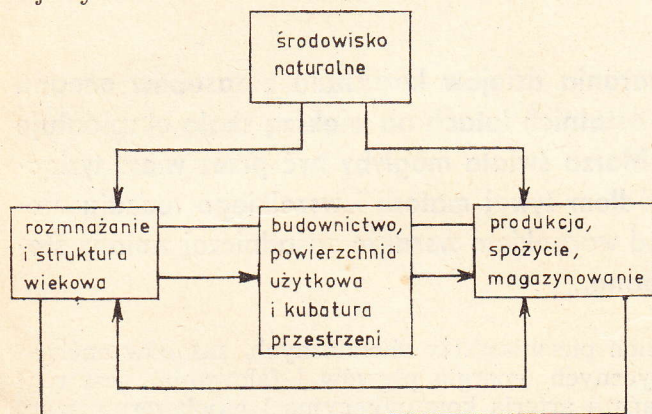
perymenty te prowadzono przyjmując każdorazowo taki sam przebieg warunków meteorologicznych i fenologicznych, zgodny z obserwacjami dla wybranego roku (konkretnie 1975).

Z przeprowadzonych eksperymentów wynika, że skonstruowany model można uznać za stosunkowo udany, a cele gospodarcze i hodowlane wymienione na wstępie mogą być przy jego pomocy osiągnięte.

W celu lepszego zorientowania Czytelnika, przedstawimy niektóre cechy omawianego modelu. Można wyróżnić w nim sześć zasadniczych części modelujących:

- środowisko;
- rozmnażanie;
- strukturę społeczną i podział pracy;
- produkcję (zbieranie i przetwarzanie miodu i pyłku);
- spożycie i gospodarkę magazynową;
- budownictwo.

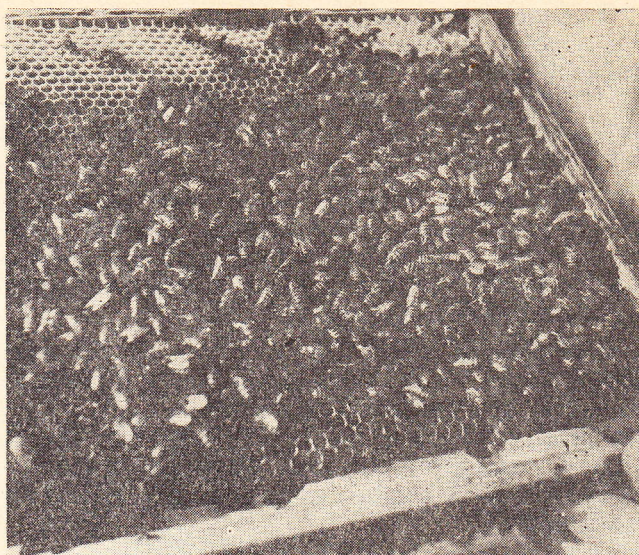
Uproszczony schemat blokowy struktury modelu z uwzględnieniem wzajemnych sprzężeń ukazuje rycina:



Wymienione segmenty, jak widać, silnie na siebie wzajemnie oddziałują; przykładowo — na produkcję mają wpływ parametry środowiska (mowa oczywiście o fragmencie modelu pt. „środowisko”), struktury wiekowej owadów i gospodarki magazynowej, a także (w dłuższej skali czasu) rozmnażania i spożycia. Niepodobna w ramach krótkiego artykułu powiązań tych nawet wymienić, dlatego poprzestaniemy na stwierdzeniu faktu ich istnienia. Omówimy natomiast w skrócie funkcje poszczególnych części.

W części modelującej środowisko dokonuje się symulacji takich zjawisk środowiska naturalnego, jak opady, temperatura, kwitnienie rozmaitych roślin, rozkład topograficzny pożytków wokół ula, działalność hodowlaną człowieka (miodobranie, podkarmianie itp.). Część ta jest najbardziej „zewnątrzną” częścią modelu, pozwalającą na łatwą modyfikację parametrów (w celu np. dostosowania do konkretnych zjawisk meteorologicznych i fenologicznych w interesującym okresie). W części tej wykorzystano także możliwość ograniczonego prognozowania zjawisk fenologicznych na podstawie średnich wieloletnich.

Część modelująca rozmnażanie realizuje funkcję generacji młodych osobników z uwzględnieniem różnych, realnie występujących, ograniczeń, takich jak biologiczna wydolność matki pszczoły, ilość pyłku, miodu zasklepionego, miodu odsklepionego, a także ograniczeń wynikających z bu-



Fot. CAF

downictwa i liczby dostępnych młodych pszczoł mogących pełnić funkcję karmicielki.

Część modelująca strukturę społeczną realizuje podział zbioru osobników dorosłych na grupy wykonujące różne funkcje (karmicielki, zbieraczki miodu, zbieraczki pyłku, woszczarki itd.). Podział ten jest warunkowany różnymi czynnikami i potrzebami rodziny, a także w dużym stopniu wpływem środowiska (ilość pyłku i nektaru w środowisku) oraz strukturę wieku społeczności pszczołej. Część modelująca produkcję uwzględnia ogół czynności związanych ze zbieraniem i przetwarzaniem miodu i pyłku. Uwzględniono tu uwarunkowania pochodzące od środowiska, możliwości owadów i ich liczebności w poszczególnych grupach wiekowych, a także zależności pomiędzy intensywnością lotów a spożyciem oraz intensywnością budownictwa.

Część modelująca spożycia uwzględnia potrzeby rodziny w zakresie spożycia i możliwości ich zaspokojenia, a także określone priorytety występujące w zaspokajaniu tych potrzeb. Występuje tu bardzo wiele uwarunkowań, w których wyniku bieżące spożycie jest uzależniane od ilości osklepionego i zasklepionego miodu, ilości pyłku obfitości dziennych zbiorów i struktury wiekowej populacji pszczołej. Podkreślić należy, że w tej części modelu przewidziano możliwość alarmowania (operatora obsługującego maszynę cyfrową) w przypadku, kiedy np. stan zapasów spada poniżej zadanej normy itp. Element ten pozwala na szacowanie maksymalnego dopuszczalnego w danych warunkach miodobrania lub na określenie momentu podkarmiania.

Część modelująca budownictwo symuluje budowę plastrów z uwzględnieniem ograniczeń wynikających z liczby woszczarek i wielkości dostępnego spożycia nadmiarowego. Część ta stanowi źródło sygnałów ograniczających do innych części, np. do rozmnażania lub gospodarki magazynowej.

Prace nad stworzeniem modelu, a następnie jego próbnym uruchomieniem i prawie roczna eksploatacja skłaniają do następujących wniosków:

● Modelowanie złożonych systemów biologicznych, których przykładem jest omawiana rodzina pszczoła, jest możliwe i może przynieść realne korzyści ekonomiczne.

● Model komputerowy rodziny pszczelej stwarza zupełnie nowe możliwości w dziedzinie gospodarki hodowlanej oraz szeroko pojętej ochrony i kształtowaniu środowisk biologicznych, pozwalając na prognozowanie skutków rozmaitych zabiegów hodowlanych.

● W modelu zebrano i zweryfikowano wiele rozproszonych teoretycznych danych literaturowych, wykazując, że można na ich podstawie odtworzyć funkcjonowanie rodziny pszczelej z zadowalającą dokładnością.

● Podkreślić należy, że pomimo stwierdzonej dobrej adekwatności modelu realizacja w praktyce sterowania gospodarką hodowlaną opartego na wynikach modelowania wymaga dużej ostrożności i krytycyzmu z powodu m.in. obecności w rzeczywistym obiekcie wielu uwarunkowań o charakterze losowym.

● Dalszy rozwój prac związany z modelowaniem i wykorzystaniem modeli w pszczelarstwie powinien m.in. zmierzać do budowy modeli dostosowanych do określonego genotypu. Podkreślić należy, że wskazana adaptacja modelu nie wymaga jego przebudowy, lecz zmiany wartości pewnej liczby jego parametrów, zgromadzonych w osobnym segmencie programu.

Wydaje się, że omówiony przykład cyfrowego modelu złożonego systemu biologicznego, jakim jest rodzina pszczela, powinien także wskazywać na celowość podejmowania prób stosowania techniki symulacji cyfrowej w badaniach biologicznych (w skali makro), a także na możliwość przybliżenia tej techniki rolnictwu i innym dziedzinom bezpośrednio nie związanym z techniką.

Andrzej Migacz,
Ryszard Tadeusiewicz

Nadzieja w oceanie

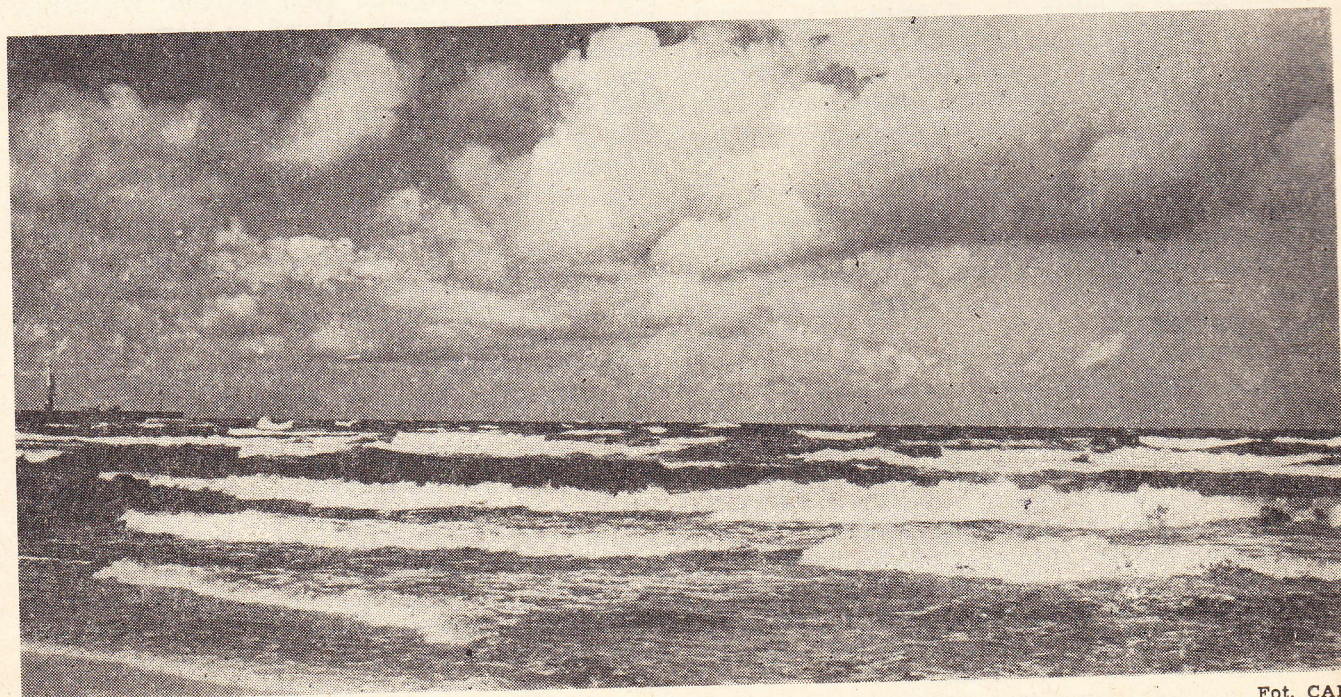
Mirosław Gorczyca
doktor nauk ekonomicznych,
Instytut
Kształtowania Środowiska,
Warszawa

Chociaż ludzkość od zarania dziejów korzystała z zasobów oceanu światowego, dopiero w ostatnich latach na większą skalę eksploatuje się morskie bogactwa. Morza świata mogłyby być przez wiele tysięcy lat niewyczerpanym źródłem żywej materii i wszelkiego rodzaju niezbędnych surowców. Pod warunkiem wszakże zasadniczej zmiany stosunku człowieka do oceanu...

Oceaniczna otoczka zajmuje prawie 71% z 510 mln km² naszej planety, a wody oceanów stanowią 94% hydrosfery (1 370,3 mln km³). Ilość wody w oceanie światowym jest kilkanaście razy większa od objętości masy lądów wystających nad jego poziom. Ocean światowy jest jednym z najważniejszych ogniw krążenia materii na Ziemi. Stanowi główne źródło wilgoci, rezerwuuar wszel-

kich pierwiastków chemicznych, zasobów energetycznych (energia pływów i falowania), jest najtańszą arterią komunikacyjną i najobszerniejszym środowiskiem życia.

Historyczną prawidłowością staje się coraz większe znaczenie mórz w działalności gospodarczej człowieka. Wynika to z rosnącego poziomu techniki, pozwalającej w coraz większym stopniu wy-



Problemy

Andrzej Migacz i Ryszard Tadeusiewicz z AGH w artykule *Rodzina pszczoła z komputera* relacjonują efekty, jakie daje zastosowanie komputera w hodowli pszczoły. Model komputerowy rodziny pszczoły stwarza zupełnie nowe możliwości w dziedzinie gospodarki hodowlanej oraz szeroko pojętej ochronie i kształtowaniu środowisk biologicznych, pozwalając na prognozowanie skutków rozmaitych zabiegów hodowlanych. Dr Andrzej Migacz jest właścicielem znakomicie zaprowadzonej pasieki pod Bochnią.

DZIENNIK POLSKI

Nakład: 160 165

Ryc. 1. Obraz mikroskopowy w Warszawie; p – tor cząstki oddziaływania z jądrem tlenowym, B – miejsce rozpadu hiperonu, s – tor cząstki. Patrz artykuł „Dwa

ROK XXXIII

Nr 241 (10414)

o odkrytego w roku 1952 w Warszawie; A – miejsce rozpadu hiperonu, s – pęk torów kilku cząstek w fragmencie hiperjądrowego, rozpadu (powiększenie 1000